

Šírenie plameňa po povrchu drevených obkladov

Width of the Foam on Surface Treatment

Ing. Stanislava Gašpercová, PhD.

doc. Ing. Linda Makovická Osvaldová, PhD.

Ing. Livia Šusteková

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva
ul. 1. Mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika
stanislava.gaspercova@fbi.uniza.sk, linda.makovicka@fbi.uniza.sk

Abstrakt

Cieľom príspevku je experimentálne skúmanie dreveného obkladu používaného ako povrchová úprava stien a stropov z hľadiska jeho správania sa pri vystavení vzorky jednoplameňového zdroju. Drevený obklad v našom prípade zastupujú sady vzoriek tatranského profilu, na ktorý boli aplikované bežne používané povrchové úpravy ako sú farba, lak, olej a lazúra. V príspevku sa každá povrchová úprava porovnáva nielen z pohľadu šírenia plameňa po povrchu ale aj úbytku na hmotnosti čím podáva ucelenejší pohľad na skúmanú problematiku. Záverečnú časť tvorí vyhodnotenie a odporúčania vyplývajúce z výsledkov experimentálneho skúmania.

Kľúčové slová

Drevený obklad, požiarne bezpečnosť náterov, povrchová úprava náterov, šírenie plameňa po povrchu dreveného obkladu, úbytok hmotnosti.

Abstract

The aim of the paper is to experimentally examine the wooden cladding used as a surface treatment of walls and ceilings in terms of its behavior when exposed to a single-leaf source sample. In our case, the wooden cladding represents a set of tatra profile samples that have been applied to commonly used surface treatments such as paint, varnish, oil and glaze. In the paper, each surface treatment is compared not only with regard to the spread of the flame over the surface but also on the weight loss, which provides a more comprehensive view of the problem under consideration. The final part consists of the evaluation and recommendations resulting from the results of the experimental investigation.

Keywords

Wood coating, fire safety of paints, surface treatment of paints, flame propagation along the surface of wood facing, weight loss.

Úvod

Povrchová úprava obkladov realizovaná prostredníctvom rôznych náterov patrí medzi dokončovacie činnosti. Kvalita náterov súvisí s povrchovou úpravou dreva (kvalita dreva má vplyv na trvanlivosť). Pri výbere prostriedku sa musí brať do úvahy výsledok, ktorý sa má náterom dosiahnuť.

Môžu to byť:

- Zvýšená ochrana pred požiarom.
- Vplyv na životné prostredie a pracovná hygiena.
- Životnosť náteru.
- Mechanická odolnosť a odolnosť proti chemikáliám a tekutinám.
- Estetické hľadisko (lesk, odtieň, vzhľad, ...).
- Doba vytvrdzovania a schnutie.
- Cena.
- Možnosti aplikovania (počet náterov).

Drevo (v našom prípade tatranský profil) sa ochraňuje proti mechanickému poškodeniu alebo proti pôsobeniu prostredia. Na túto činnosť sa používajú rôzne druhy náterov. Rozoznávame:

- Krycie nátery.
- Transparentné nátery.
- Základné, povrchové nátery.
- Interiérové nátery.
- Exteriérové nátery [1].

Krycie nátery majú funkciu zakrytia kresby dreva (rôzne farby na drevo). Použitím transparentného náteru sa zachová kresba dreva. Interiérové nátery sú určené do vnútorného prostredia stavby a exteriérové nátery sa používajú vo vonkajšom prostredí.

Rozdiel medzi interiérovými a exteriérovými nátermi je v účele a určení použitia. Napríklad do exteriérových náterov sú pridávané prísady, ktorých úlohou je zvýšiť odolnosť proti poveternostným účinkom na drevený materiál.

Vplyv náterových látok po zaschnutí na dreve nemá na životné prostredie a zdravie ľudí vážny dopad. Nebezpečné môžu byť pri nanášaní svojimi výparmi, keďže obsahujú vysoko škodlivé látky. Účinky škodlivých látok sa môžu prejavovať pri ich samotnej výrobe, používaní, alebo pri ich odstraňovaní. Obsahujú prchavé organické zložky, rozpúšťadlá a aj ťažké kovy, ktoré tvoria z hmotnosti výrobku 40 až 60 %. Plynné zložky náterových látok sa podieľajú na zániku troposférického ozónu. Účinky na organizmus sú: dráždenie sliznice, negatívny vplyv na dýchacie cesty a srdce. V konečnom dôsledku narušujú ochranný obal Zeme - ozónovú vrstvu [1].

Najpoužívanejšie náterové látky v súčasnosti sú moridlá, laky, oleje, farby a vosky. V rámci nášho experimentu sme použili lazúru, lak, farbu a olej.

Popis experimentu

Praktická časť príspevku sa realizovala v laboratóriu Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline. Prvým krokom bola príprava vzoriek, ktorú môžeme rozdeliť na váženie, rezanie, natieranie a temperovanie vzoriek v laboratórnom prostredí.

Testovanie tatranského profilu sa vykonávalo skúšobnou metódou podľa STN EN ISO 11925-2 Skúšky reakcie na oheň. Zapáliteľnosť stavebných výrobkov vystavených priamemu pôsobeniu plameňového horenia. Časť 2: Skúška jednoplameňovým zdrojom [2]. Hodnotiace kritérium sme stanovili na možnosť zapálenia a dĺžku šírenia plameňa na povrchu skúšobnej vzorky. V rámci experimentu boli vzorky tatranského profilu hodnotené aj z pohľadu úbytku na hmotnosti. Je to nenormová metodika, avšak dôvodom jej použitia bolo jednoduchosť testovania.

Testovanie vzoriek sa realizovalo v skúšobnej komore s použitím plynového horáka ako jednoplameňového zdroja horenia znázorneného na obr. 1. Konštrukcia skúšobnej komory je z nehrdzavejúcej ocele. Na skúšobnom zariadení sú dvierka zo žiaruvzdorného skla, ktorých funkcia je určená na pozorovanie vzorky a jej manipuláciu. Dvierka na skúšobnej komore sú počas testovania zatvorené. Vo vnútri zariadenia je umiestnený stojan, horák a držiak vzorky. Vzorka, ktorá je určená na testovanie sa vkladá do držiaka, ktorý sa skladá z dvoch rámov vyrobený z nerezového materiálu. Skrutkami sú rámy upevnené tak, aby zabránilo deformácii vzorky. Súčasťou zariadenia je aj držiak, ktorým sa testujú látky. Horák zariadenia umožňuje nastavenie uhla plameňa pod ktorým sa priblíži k vzorke, v našom prípade sme horák nastavili na uhol 45°. Plameň mal výšku stanovenú na 20 mm, ktorá sa počas celého experimentu kontrolovala pomocou

špeciálneho meradla. Horák bol poháňaný technickým propánom s čistotou minimálne 95 %.

Priestor, v ktorom musí byť skúšobná komora umiestnená musí mať teplotu pohybujúcu sa okolo 23 °C s toleranciou ± 2 °C a vlhkosťou približne 50 % s toleranciou ± 5 %.

Súčasťou vykonania experimentu je aj stanovenie dĺžky pôsobenia plameňa na skúšanú vzorku. Na základe [2] bol čas pôsobenia plameňa na skúšobnú vzorku stanovený na 30 sekúnd. Po uplynutí tejto doby sa horák oddialil a sledovala sa reakcia vzorky. Ďalej sa sleduje, či dĺžka plameňa na vzorke presiahne hranicu 150 mm a či nedôjde k odvapkovaniu častíc vzorky na podkladový papier. Po otestovaní vzorky sa vzorka odváži a odmeria sa výška odhorenej vrstvy.



Obr. 1 Zobrazenie skúšobného zariadenia;

Legenda: 1 - držiak skúšobnej vzorky, 2 - miesto uloženia skúšobnej vzorky, 3 - držiak, 4 - konštrukcia horáka, 5 - miesto plameňa, ktorý bude pôsobiť na vzorku

Popis skúšobných vzoriek

Prvý krok pre uskutočnenie merania bol výber skúšobných vzoriek. Najčastejším obkladovým materiálom vo vnútorných priestoroch stavieb je tatranský profil vyrobený zo smrekového dreva. Tatranský profil, ktorý nám poslužil na testovanie bol od predajcu so sídlom v Žiline z externého skladu v Krásne nad Kysucou. Tatranský profil je vyrobený zo smrekového dreva.

Na meranie bolo potrebných 25 vzoriek o rozmere 250 x 90 x 50 mm. Vzorky boli zatriedené do skupín podľa toho, aký povrchový náter sa použil. Jednalo sa o čisté vzorky bez aplikácie akéhokoľvek náteru, vzorky s aplikáciou farby na drevo, vzorky natreté lazúrou, vzorky s aplikáciou transparentného laku a poslednou skupinou boli vzorky, na ktorých sa aplikoval olej na drevo. V každej skupine bolo testovaných po 5 vzoriek.

Po výbere tatranského profilu a najčastejšie používaných náterov, nasledovala aplikácia náterov na povrch vzoriek. Podľa výrobcov je potrebné aplikovať pri každom nátere dve až tri vrstvy. Zvoli sme pre každý náter aplikáciu dvoch vrstiev, aby bol počet vrstiev rovnaký pri každej vzorke.

Prvou skupinou vzoriek je skupina, na ktorú sa neaplikoval žiaden náter. Testovanie čistých vzoriek malo svoj význam v zhodnotení vlastností čistého obkladu v porovnaní so vzorkami, na ktorých sa aplikoval náter.

Druhou skupinou je tatranský profil, na ktorý sa aplikovala farba na drevo. Tento typ náteru je hustý, a preto je potrebné ho podľa pokynov výrobcu zriediť. My sme zvolili riedenie riedidlom S-6001. Množstvo, ktoré sme zvolili bolo minimálne, len na zriedenie pre lepšie naniesenie náteru.

Tretou skupinou boli vzorky s aplikáciou lazúry na drevo. Lazúru výrobca odporúča aplikovať v 2 až 3 vrstvách. V našom prípade boli aplikované 2 vrstvy s časovým odstupom odporúčaným výrobcom. Lazúra sa aplikovala štetcom.

Štvrtú skupinu vzoriek tvoria vzorky tatranského profilu s aplikáciou transparentného laku. Nemení odtieň dreva, ale zvýrazňuje jeho lesk. Lak bol taktiež aplikovaný štetcom v dvoch vrstvách.

Na poslednú skupinu vzoriek bol aplikovaný olej na drevo. Olej na drevo podobne ako lak nemení odtieň, ale zvýrazňuje jeho prirodzenú štruktúru. Na rozdiel od laku, olej nevytvára na povrchu dreva lesklý profil. Olej sa ako jediný náter spomedzi použitých povrchových úprav nenáša štetcom, ale nanáša sa handričkou.

Cieľom experimentu bolo zistiť, či má určitý typ náteru vplyv na jeho správanie pri vystavení plameňu. Na jednotlivé vzorky nebol aplikovaný žiadny retardačný náter. Nátery boli aplikované priamo na povrch vzorky. Dôvodom, prečo sa pred náterom nepoužil žiadny retardačný náter (ani impregnačný), bola skutočnosť, že v bežných domácnostiach na vnútorné obklady ľudia ani žiadne neaplikujú.

Prvotným krokom bolo temperovanie vzoriek v laboratórnych podmienkach po dobu jedného týždňa. Po uplynutí týždenného lehoty nasledovala aplikácia prvej vrstvy náterov. Po jej uschnutí kedy sme postupovali podľa pokynov výrobcov, nasledovalo druhé váženie vzoriek už aj s jednotlivými nátermi. Vzorky sme aj v tomto kroku nechali uschnúť v laboratórnych podmienkach. Po piatich dňoch nasledovalo tretie váženie vzoriek s druhou vrstvou náteru. Všetky vzorky sa nechali temperovať ďalších 14 dní a až po ustálení hmotností sa pristúpilo k experimentu.

Vyhodnotenie experimentu

Tatranský profil sme testovali tak, že sme zisťovali jeho správanie priblížením jedнопламенového zdroja zapálenia, úbytok na hmotnosti a výšku odhorenej vrstvy. Na základe zistených hodnôt je možné porovnávať jednotlivé druhy náterov na drevenom obklade. Z toho vyplývajú celkové vyhodnotenie experimentu a odporúčania nielen pre výrobcov ale aj pre spotrebiteľov.

Meraním sme zistili, že najlepšie odolávali účinkom jedнопламенového zdroja vzorky bez náteru. Priemerný úbytok na hmotnosti čistých vzoriek tatranského profilu je 0,16 %. Vzorky po odtiahnutí horáka ďalej nehořeli a nevykazovali veľký úbytok na hmotnosti. Namerané hodnoty sú v tab. 1.

Tab. 1 Úbytok na hmotnosti a výška zuhoľnatej vrstvy čistých vzoriek

| Číslo vzorky | Hmotnosť pred experimentom | Hmotnosť po experimente | Úbytok na hmotnosti [g] | Úbytok na hmotnosti [%] | Výška zuhoľnatej vrstvy [mm] |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 132,8 | 132,59 | 0,0016 | 0,16 | 55 |
| 2 | 106,93 | 106,76 | 0,0016 | 0,16 | 75 |
| 3 | 108,98 | 108,79 | 0,0017 | 0,17 | 50 |
| 4 | 125,91 | 125,63 | 0,0022 | 0,22 | 60 |
| 5 | 121,44 | 121,32 | 0,001 | 0,1 | 58 |
| Priemer | | | | 0,16 | 59,6 |

Najvyšší úbytok na hmotnosti v skupine čistých vzoriek mala vzorka číslo 4. Hmotnosť vzorky pred experimentom bola 125,91 g a hmotnosť po experimente bola 125,63 g. Na druhej strane najlepšie odolávali vzorky číslo 1 a 3, ktorých úbytok na hmotnosti bol 0,0016 g.

Druhým hodnotiacim kritériom, ktorý sme merali, bola výška odhorenej vrstvy na povrchu dreveného obkladu. Sledovania tejto hodnoty spočíva v tom, či plameň dosiahne určitú výšku, konkrétne 150 mm. Táto hodnota sa meria od miesta na obklade ku ktorému sa prisunie plameň. V prípade čistých vzoriek výška zuhoľnatej vrstvy ani v jednom prípade neprekročila výšku 150 mm a priemerná výška zuhoľnatej vrstvy bola 59,6 mm.

Druhou skupinou vzoriek, ktorá po oddialení plameňa niekoľko sekúnd horela ale nedochádzalo k veľkému úbytku na hmotnosti boli vzorky s náterom farba na drevo. Namerané hodnoty sú v tab. 2.

Tab. 2 Úbytok na hmotnosti a výška zuhoľnatej vrstvy vzoriek s náterom farba na drevo

| Číslo vzorky | Hmotnosť pred experimentom | Hmotnosť po experimente | Úbytok na hmotnosti [g] | Úbytok na hmotnosti [%] | Výška zuhoľnatej vrstvy [mm] |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 96,73 | 96,28 | 0,0047 | 0,47 | >150 |
| 2 | 98,07 | 97,5 | 0,0058 | 0,58 | >150 |
| 3 | 106,15 | 105,95 | 0,0019 | 0,19 | 110 |
| 4 | 124,91 | 124,54 | 0,003 | 0,3 | >150 |
| 5 | 121,87 | 121,64 | 0,0019 | 0,19 | 130 |
| Priemer | | | 0,34 | | 138 |

Priemerný úbytok na hmotnosti predstavuje hodnotu 0,34 %. Môže to byť spôsobené tým, že samotný náter je hustý a na povrchu obkladu vytvára hrubú vrstvu. Po dobu 30 s sme pozorovali správanie plameňa, ktorý sa cez samotný náter nedostal do drevnej hmoty a iba prechádzal po povrchu vzoriek. Najlepšie odolávala plameňu vzorka č. 3. Úbytok na hmotnosti bol 0,0019 g. Najvyšší úbytok na hmotnosti mala vzorka číslo 2 a to 0,0058 g. Pri porovnávaní výšky zuhoľnatej vrstvy až tri vzorky prekročili maximálnu výšku 150 mm a priemerná výška všetkých vzoriek bola približne 138 mm.

Tretou skupinou vzoriek, ktorá po oddialení plameňa nehorela a nedochádzalo k veľkému úbytku na hmotnosti boli vzorky s náterom lak na drevo. Namerané hodnoty sú v tab. 3.

Tab. 3 Úbytok na hmotnosti a výška zuhoľnatej vrstvy vzoriek s náterom lak na drevo

| Číslo vzorky | Hmotnosť pred experimentom | Hmotnosť po experimente | Úbytok na hmotnosti [g] | Úbytok na hmotnosti [%] | Výška zuhoľnatej vrstvy [mm] |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 94,61 | 93,93 | 0,0072 | 0,72 | 145 |
| 2 | 112,56 | 112,52 | 0,0004 | 0,04 | 70 |
| 3 | 107,41 | 106,6 | 0,0075 | 0,75 | 125 |
| 4 | 123,71 | 123,31 | 0,0032 | 0,32 | 100 |
| 5 | 111,03 | 110,8 | 0,0021 | 0,21 | 75 |
| Priemer | | | 0,41 | | 103 |

Celková priemerná hodnota úbytku na hmotnosti v percentuálnom vyjadrení predstavuje 0,41 %. Najlepšie odolávala plameňu vzorka č. 2 s úbytkom na hmotnosti len 0,04 %. Najvyšší úbytok sme zaznamenali na vzorke č. 1, ktorého hodnota predstavuje 0,72 %. Pri porovnávaní výšky zuhoľnatej vrstvy ani jedna vzorka neprekročila maximálnu výšku 150 mm a priemerná výška všetkých vzoriek bola približne 103 mm.

Štvrtou skupinou vzoriek, ktorá po oddialení plameňa nehorela ale dochádzalo k väčšiemu úbytku na hmotnosti boli vzorky s náterom olej na drevo. Namerané hodnoty sú v tab. 4.

Tab. 4 Úbytok na hmotnosti a výška zuhoľnatej vrstvy vzoriek s náterom olej na drevo

| Číslo vzorky | Hmotnosť pred experimentom | Hmotnosť po experimente | Úbytok na hmotnosti [g] | Úbytok na hmotnosti [%] | Výška zuhoľnatej vrstvy [mm] |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 116,66 | 114,17 | 0,0213 | 2,13 | >150 |
| 2 | 108,67 | 108,29 | 0,0035 | 0,35 | 100 |
| 3 | 103,59 | 102,77 | 0,0079 | 0,79 | 120 |
| 4 | 112,31 | 108,91 | 0,0303 | 3,03 | >150 |
| 5 | 128,57 | 128,09 | 0,0037 | 0,37 | 125 |
| Priemer | | | 1,34 | | 129 |

Vyšší úbytok na hmotnosti oproti predošlým skúmaným povrchovým úpravám mala skupina so vzorkami natretými olejom na drevo. Priemerná hodnota bola 1,34 %. Vzorka č. 1 odolávala v tejto skupine najhoršie. Zaznamenali sme úbytok 2,13 % (zo 116,66 g na 114,17 g). Výška zuhoľnatej vrstvy v dvoch prípadoch prekročila hranicu 150 mm a priemerná hodnota predstavovala približne 129 mm.

Piatou skupinou vzoriek, ktorá po oddialení plameňa niekoľko sekúnd horela a potom zhasla a dochádzalo k väčšiemu úbytku na hmotnosti boli vzorky s náterom lazúra na drevo. Namerané hodnoty sú v tab. 5.

Tab. 5 Úbytok na hmotnosti a výška zuhoľnatej vrstvy vzoriek s náterom lazúra na drevo

| Číslo vzorky | Hmotnosť pred experimentom | Hmotnosť po experimente | Úbytok na hmotnosti [g] | Úbytok na hmotnosti [%] | Výška zuhoľnatej vrstvy [mm] |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 121,15 | 120,95 | 0,0017 | 0,17 | 90 |
| 2 | 88,18 | 87,68 | 0,0057 | 0,57 | 145 |
| 3 | 92,48 | 90,3 | 0,0236 | 2,36 | >150 |
| 4 | 91,78 | 88,81 | 0,0324 | 3,24 | >150 |
| 5 | 88,2 | 85,24 | 0,0336 | 3,36 | >150 |
| Priemer | | | 1,94 | | 137 |

Najvyšší úbytok na hmotnosti mala skupina vzoriek, na ktorú sme aplikovali lazúru na drevo. Výsledný priemer je 1,94 % úbytku na hmotnosti. Najvyššiu hodnotu mala vzorka č. 5 v percentuálnom vyjadrení až 3,36 % s úbytkom 0,0336 g (z 88,20 g na 85,24 g). Z hľadiska zuhoľnatej vrstvy až tri vzorky presiahli hranicu 150 mm a priemerná výška zuhoľnatej vrstvy bola až 137 mm.

Odporúčania

Dodržiavanie predpisov z oblasti požiarnej bezpečnosti stavieb si vyžaduje dôsledné dodržiavanie základných pravidiel a postupov. Týka sa to aj inštalácie obkladových materiálov. Na drevený obklad sa v takmer každom prípade aplikuje náter. V bežných podmienkach priamo na povrch obkladu. Každý náter má svoje typické vlastnosti, ktorými môžu ovplyvniť ich správanie sa pri požiari.

Drevené obklady sa najčastejšie používajú ako obklad stien, podkrovných priestorov alebo iným spôsobom dotvára interiér stavby. Drevené chaty sú najčastejšie stavby, v ktorých sa tatranský profil používa, keďže svojimi vlastnosťami sa jednoducho inštaluje a svoju funkciu plní aj z estetického hľadiska. Práve pri chatách, dreveniciach ale aj v ostatných prípadoch môže byť zdrojom rizika rozšírenia požiaru nesprávna inštalácia obkladu z dreva. V súčasnosti si ľudia stavajú krby svojpomocne alebo ich stavajú osoby, ktoré na takéto práce nemajú potrebné oprávnenia. Nedodržanie správneho a precízneho postupu môže v budúcnosti viesť k požiaru. Pri dokončení stavby krbu nám musí dať zhotoviteľ osvedčenie o tom, že je certifikovaný. V prípade, že by majiteľ nehnuteľnosti žiadal od poisťovne poistné plnenie, táto inštitúcia skúma všetky

skutočnosti, ktoré prispeli k vzniku a rozšíreniu požiaru. Jedným z povinných krokov je aj priloženie dokumentácie o zhotovení vyhrievacieho telesa (aj v prípade stavania komínov). Z tohto dôvodu by sme odporúčali, aby ľudia venovali dôslednú pozornosť pri výbere zhotoviteľa krbu, kachlí či iného tepelného spotrebiča v blízkosti drevených materiálov. Nejedna požiar drevených stavieb nasvedčuje tomu, že práve zlá konštrukcia vykurovacieho telesa bola príčinou požiaru. Povrch dreveného obkladu sa môže nahriať (vedením, prúdením, sálaním) na teplotu vznietenia, tzn. môže sa zapáliť aj bez priameho prístupu plameňa k drevenému prvku.

Odporúčali by sme venovať pozornosť aj pravidelným kontrolám komínov podľa platnej právnej legislatívy v stanovenom rozsahu a v stanovených časových intervaloch.

Záver

Z príspevku vyplýva, že povrchová úprava tatranského profilu nátermi môže svojimi vlastnosťami vplývať na rozvoj požiaru vo vnútorných priestoroch. Najlepšie odolávali účinkom plameňa vzorky dreveného obkladu bez náteru a najhoršie výsledky z hľadiska úbytku na hmotnosti ako aj šírenia plameňa po povrchu vzorky boli zaznamenané s aplikáciou lazúry.

Okrem aplikácie vhodnej povrchovej úpravy je potrebné myslieť aj na správnu inštaláciu obkladového systému, ktorú by malo dopĺňať aj správne umiestnenie zdrojov tepla vzhľadom k umiestneniu drevených prvkov v interiéri. V poslednom rade je nutné dodržiavať pravidelné kontroly vykurovacích telies a komínov.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR na základe zmluvy č. 1/0222/16 [6] Požiarne bezpečné zatepl'ovacie systémy na báze prírodných materiálov.

Použitá literatúra

- [1] VÁLKY, M. 2006.: *História, súčasnosť a moderné trendy povrchovej úpravy dreva*. Diplomová práca. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. 2006.
- [2] STN EN ISO 11925-2 Skúšky reakcie na oheň. Zapáliteľnosť stavebných výrobkov vystavených priamemu pôsobeniu plameňového horenia. Časť 2: Skúška jednoplameňovým zdrojom (ISO 11925-2:2010).